BIM 技术在郑州博物馆新馆项目的应用

刘明[1]　王学福[1]　陈曦[1]　张国文[2]　武斌[1]

（1. 中建三局集团有限公司，武汉　430064；2. 郑州市建设投资集团有限公司，郑州　450000）

王学福[1]　陈曦[1]

中建三局集团有限公司，湖北　武汉　430064）

摘要：大型场馆类项目往往具有造型复杂、结构复杂、专业众多的特点。实际施工中也面临着施工组织难、工序穿插多、施工难度大的情况，应用 BIM 技术能较好地解决类似的问题。本文主要介绍了郑州博物馆新馆项目在设计、施工两个阶段如何应用 BIM 技术解决了上述问题，实现了高标准设计、高质量建设、高水平管理。通过此次综合应用，项目建立了由业主驱动，全过程、多参与方协同的 BIM 实施体系，形成了设计 BIM 向施工 BIM 过渡的方法经验，总结了 BIM 与施工生产业务流程相融合的管理模式。针对设计阶段复杂钢结构的空间定位、曲面幕墙的“深化+加工+施工”技术、基于 BIM 的“进度+资源+工作”计划管理提出了新的管理思路。本项目结合实际对 BIM 技术在大型场馆的应用进行探索，通过 BIM 技术在各个专业的应用，总结 BIM 技术对促进项目实施的帮助，为以后 BIM 技术在大型场馆工程应用提供了珍贵可参考性资料和有力的支撑。

关键词:BIM；Revit；设计施工一体化；计划管理

中图分类号：TU17　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**

作者简介：刘明（1978-），男，中建三局集团有限公司郑州博物馆新馆项目项目经理，主要研究方向：BIM 与施工管理；——

王学福（1980-），男，中建三局集团有限公司郑州博物馆新馆项目技术总工负责人，工程师，主要研究方向：BIM 与施工管理；

陈曦（1992-）男，中建三局集团有限公司郑州博物馆新馆项目技术员，助理工程师，主要研究方向：BIM 与施工管理。

1 项目概况

1.1 工程概况

郑州博物馆新馆总建筑面积约 14.7 万平方米m²，地下两层，地上五层，建筑总高 67.797 米 m，建成后为全国第二大博物馆。郑州博物馆新馆秉承“中华之中、黄帝之冠”的设计理念，以弘扬中原黄帝文化为切入点，凝练郑州地域特色，将象征黄帝文明的“冕冠”作为设计原型，同时引借聚宝盆的形象语言，提炼出刚劲有力的曲线动势，生成建筑主体形象，表达中原地区光辉灿烂的文明历史。项目结构形式为“劲性钢骨柱+劲性钢骨梁+核心筒钢-砼组合截面剪力墙”混合结构体系，屋面为螺栓球网架与双向正交钢管桁架混合结构体系。项目效果图见图 1。

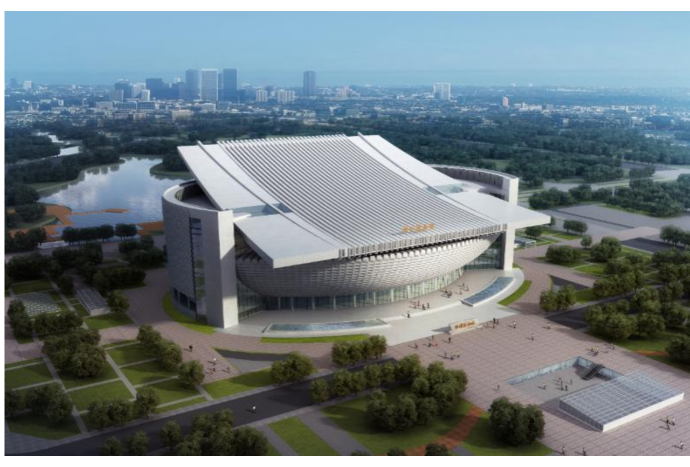


图 1　郑州市博物馆新馆项目效果图

Fig.1　The project effect map of the new museum of Zhengzhou

City Museum

1.2 项目重难点

（1）设计难度大：

建筑造型复杂，屋面为弧形坡面钢屋面。外立面为弧形幕墙，材料采用双腔弧形玻璃、异形 GRC、陶板、铝板等构造复杂，北侧为弧形碗状 GRC 幕墙。钢结构空间定位难，功能分区多。

（2）2 施工复杂：

项目含有十 10 个异形劲性核心筒，钢板剪力墙、钢管柱等钢结构异常复杂、钢结构与钢筋穿插节点施工复杂，工程量大。

（3）3 工期紧：

项目需配合全国少数民族运动会投入使用，总工期约 20 个月，工期紧张。

（4）4 新技术应用多

共应用建筑业十项新技术共 10 大项、39 小项，存在大量连梁阻尼器、屈曲约束支撑等新技术。

2 BIM 组织与应用环境

2.1BIM 应用目标

项目 BIM 应用总体目标为利用 BIM 技术实现节约成本、优化工期、打造精品工程。

具体实施目标为:

（1）1. 设计施工一体化：

强化设计施工一体化融合的工作模式，降低综合成本。

（2）2. 精细设计：

应用 BIM 技术提前解决了设计问题，提高建筑品

质，促进施工。

（3）3. 精益施工：

应用 BIM 技术实现精细化管理。

（4）4. 探索创新应用：

打造智慧工地，探索 VR、物联网等技术与 BIM 的融合应用。

2.2 实施方案

项目制定项目 BIM 应用导则(制定 BIM 应用目标，确定 BIM 应用应取得的实施效果，明确各方职责）、BIM 实施方案（结合项目特点制定具体实施的应用点和实施方法，指导 BIM 工作落地）、BIM 应用制度（制定实行制度，明确奖罚措施，促进管理提升）[1]。

2.3 团队组织

项目建立以建设单位主导，设计、施工、监理、咨询单位全体参与的 BIM 管理组织架构，见图 2。

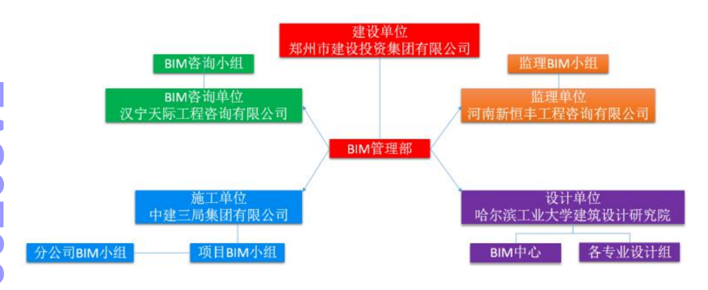


图 2 BIM 管理组织结构

Fig.2　BIM management organizational structure

2.4 软硬件环境

项目以 REVIT2016 为核心，用于土建、机电、分包、现场平面布置等模型的创建。TEKLA 用于钢结构模型创建和深化，NAVISWORKS 用于进行模型的碰撞检测，FUZOR、LUMION 用于建筑方案设计、模型浏览、漫游、动画、VR 应用，MIDAS 用于结构设计分析，广联达 BIM5D 用于项目进度、质量、安全、技术、商务、物资管理，广联达 GMJ 用于模板、脚手架模型的创建和应用。

硬件方面项目配备相应的计算机、触屏电脑、大屏电视、VR 眼镜、无人机等。

3 基于 BIM 的设计管理

设计单位提供满足施工深化的 BIM 模型，再通过代表业主的 BIM 咨询单位进行模型二次复核最终达到可进行施工模型深化的设计模型。设计单位起到了承上启下的作用，既对图纸负责同时也要配合施工单位完成施工模型。

3.1 设计阶段管理措施

在设计阶段，设计单位以建设单位的标准为框架，制定了符合要求的建模标准以及行为准则。

在此过程中设计单位需对不同角色人员明确工作内容，优化 BIM 实施流程，明确 BIM 工作流，量化 BIM 工作内容，把繁杂的 BIM 实施有效合理的地划分为单元工作并逐一完成，直指符合项目要求。项目还需明确 BIM 协同模式以及拆模原则，为 BIM 实施人员搭建基本工作环境。

3.2 设计阶段实施难点

（1）1 郑州博物馆新馆项目以皇帝之冠为创作原型，整体建筑造型方案为“黄帝之冠，聚宝之器”，见图 3，超大规模的建筑体量，大跨度钢结构设计及定位难度大。

BIM 技术实施采用“辅助设计形式”，确保图纸质量、保证空间使用需求、结构计算要求，提前预判施工问题保证施工进度[2]。



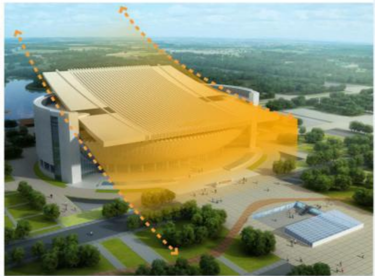
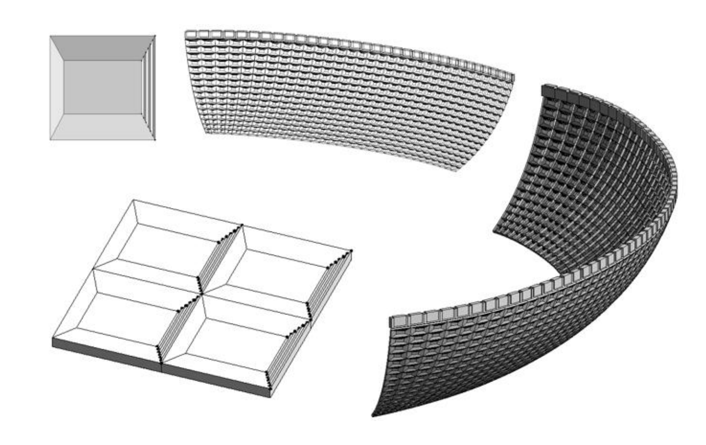


图 3　建筑方案图

Fig.3　Building plan

（2）2 以往工程相关设计较模糊，深化工作容易滞后影响施工。本项目通过 BIM 参数化设计，加强幕墙前期设计深度，为后期幕墙深化设计及安装提供精准数据，以保证施工工期、节约项目实施成本。

针对钢结构模型，通过 BIM 参数化建模技术，把计算模型转换为可进行综合应用的 revit 应用模型，以满足多专业的使用的需求，见图 4。在设计阶段搭建钢结构屋面 BIM 模型，确定细部杆件设置，结合外形完成复杂构件的设计及优化，解决了以往设计不直观，深化设计工作滞后等问题。



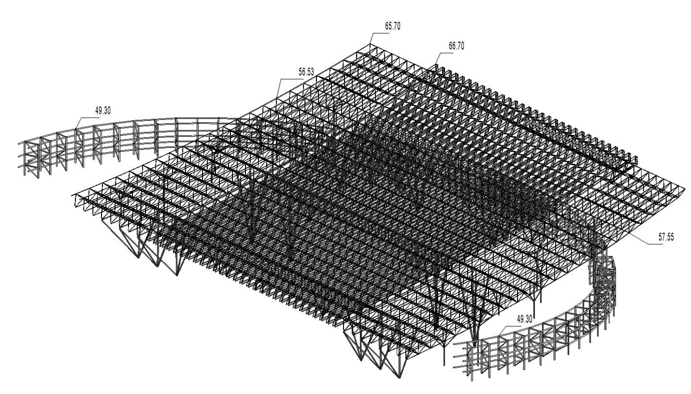


图 4 钢结构、幕墙模型

Fig.4 Steel structure and curtain wall model

（3）3项目的空间使用分区多达 90 多个，不同类型的使用空间都需单独进行净高分析，考虑底板与顶板之间的高度，影响当前区域净高的最大梁高、装修方案。而后考虑管线安装空间、维修空间等综合因素进行管线综合优化和净高分析，见图 5。

区域	楼层	当前层最大梁高	当前层层高	净高
车库区	-2F	800mm	4000mm	2500mm
	-1F	950mm	4000mm	2450mm
区域	楼层	当前层最大梁高	当前层层高	净高
下沉广场下车库	-2F	900mm	3500mm	2400mm
区域	楼层	当前层最大梁高	当前层层高	净高
商服	-1F	950mm	4200mm	3050mm
区域	楼层	当前层最大梁高	当前层层高	净高
商业街	-1F	900mm	5500mm	3800mm
快餐厅	-1F	950mm	4000mm	2650mm
库房区	-1F	800mm	5600mm	3800mm
区域	楼层	当前层最大梁高	当前层层高	净高
机房区走廊	-2F	800mm	4000mm	2450mm
	-1F	900mm	4000mm	2500mm
区域	楼层	当前层最大梁高	当前层层高	净高
非机动车区	-2.0mF	750mm	3400mm	1930mm
卸货区	-2.0mF	950mm	5500mm	3750mm
库房区	-2.0mF	950mm	5600mm	3800mm
降板区	-2.0mF	800mm	4150mm	3050mm

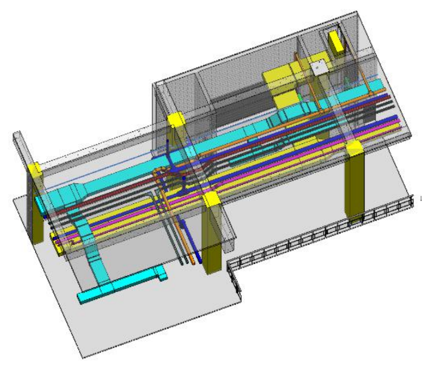


图 5 层高分析表和优化模型

Fig.5 Analysis table and optimization model of storey height

4 基于 BIM 的施工管理

项目开工后，总承包单位作为总协调方，协调各单位，牵头进行 BIM 技术的引用。

4.1 深化设计

施工阶段坚持“谁施工、，谁深化”的原则，由总承包单位协调组织召开施工图纸、模型评审会议。各分包单位提出相应要求后经总承包单位复核，将整合模型交由分包单位进行深化设计。深化设计结果经多方协调同意，经建设单位审核通过后，由设计单位进行图纸盖章发送。图纸经签收后指导现场施工。本工程经设计院和业主审核通过深化设计图纸及材料统计表等文件，共计深化设计图纸 5 600 余张[3]。

项目钢结构与钢筋穿插复杂施工难度大，通过钢结构深化模型生成节点大样，保证施工高效进行，节省工期约 16 天，施工费用 67.7 万元，形成一项河南省级工法，获得河南省级 QC 一等奖。

4.2 施工管理应用

施工阶段项目通过 BIM、云平台、大数据、物联网、智能设备等新技术实现了项目的精细化管理，项目基于 BIM 模型及数据开展日常管理工作，包括进度、质量、安全、成本等各个环节，同时项目采用基于 BIM 的协同平台进行项目的管理，解决了以往沟通效率底、数据存储难等问题[4]。

（1）1总平面管理

项目场地情况复杂：四个中心多项目同时施工，周边管廊、地铁、道路同步开挖，且现场场地狭小，无法形成环形道路。项目应用 BIM 技术进行场地模型建立，分阶段总平面布置（见图 6），精细化临建模型提量。相关沟通决策效率提高 80%，保证了总平面布置合理高效且将临建成本控制在合同额 1%以内。

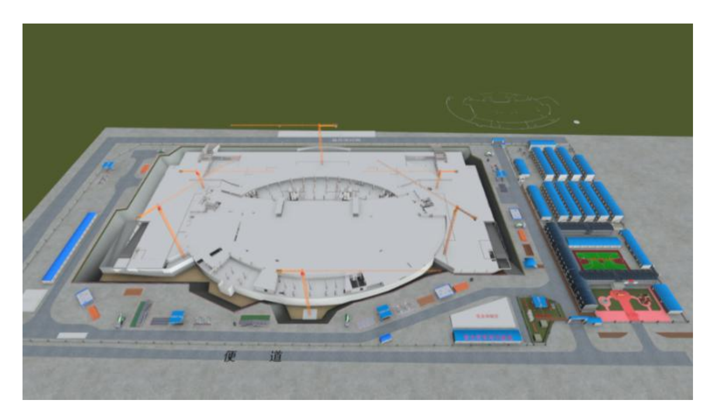




图 6 各阶段总平面布置

Fig.6 General layout at different stages

（2）2模架设计

项目高支模架体面积达 1.4 万㎡，最高搭设高度达 24m，部分为阶梯状变化高支模架体，搭设复杂。通过模架软件设计，优化布置，三维交底指导现场施工。生成配料单，精细化模架的材料用量，较常规测算节省了约 9 万元周转材料租赁费用。

（3）3幕墙施工

从 BIM 模型中创建放样点导入软件中，使用 BIM 放样机器人进行点位放样。BIM 放样机器人通过发射红外激光自动照准现实点位，从而将 BIM 模型精确的反应到施工现场，保证施工精度，提高效率。

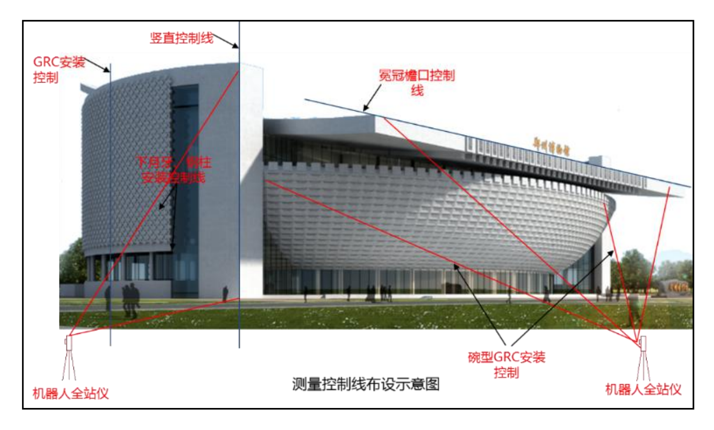


图 7 测量控制点位

~~Fig.7 Measurement control point~~

GRC 幕墙板的生产通过建立幕墙深化 BIM 模型导入三维数控雕刻机，雕刻机读取数据进行模具加工，保证构件加工样式、纹理符合设计和现场安装要求。

GRC 幕墙板的安装通过模拟吊装施工确定安装顺序，指导现场施工，保证现场施工合理高效，见图 8。

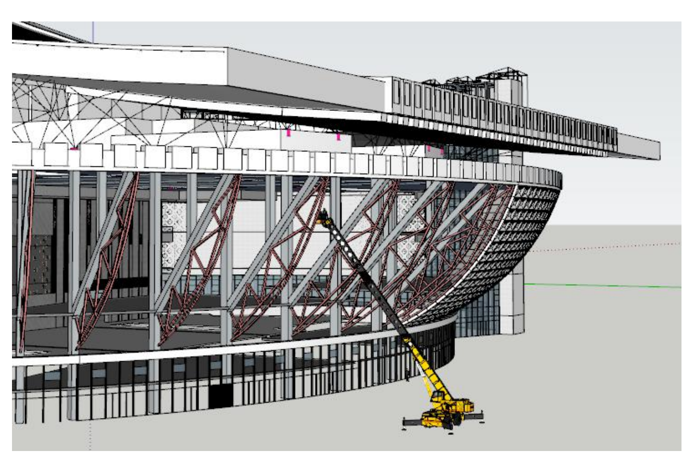


图 8 模拟施工

~~Fig.8 Simulation construction~~

（4）~~4~~砌体排版

为避免砌体材料浪费，利用 BIM 排砖技术出具砌体排版图，墙体面积约 7 300 m²，并结合现场管控，将砌体损耗率由传统 7%降至 2%。

首先由土建和机电综合模型通过 REVIT 插件进行一键留洞，已经按照要求进行留洞的墙体导入 BIM5D 软件中进行虚拟排砖。现场安装排砖图进行加工和砌筑、验收。

（5）~~5~~资料管理

项目技术资料上传云平台，可以用手机、网页进行查看。根据施工方案制作工艺库，所有人员随时可以通过手机下载查看，截至目前访问、下载量达 8 350 余次。

（6）~~6~~计划管理

建立基于 BIM 的计划管理流程，见图 9。首先通过模拟施工编制总计划，由总计划推出工作计划。在计划落实过程中，将计划和实际对比，根据现场完成情况调配人员和材料等资源进行流水段精细化管理。相关数据上传云平台，在每周的生产例会上对完成情况进行通报，督促相关工作的落实。

人人有责~~，~~、层层考核~~，~~、及时激励，建立完善的计划管理体系，也是深入贯彻全员绩效考核的基础。本项目为四个中心开工最晚项目，目前实体进度已追赶上其他项目。

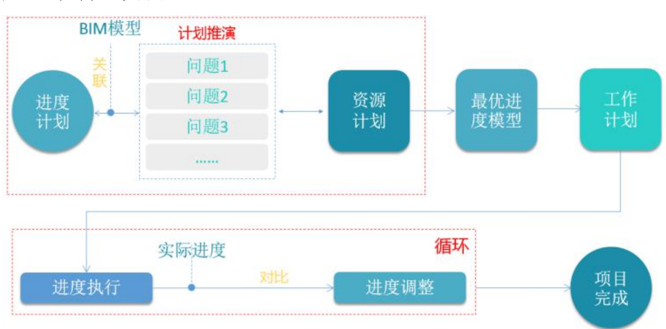


图 9 基于 BIM 的计划管理流程

~~Fig.9 Plan management process based on BIM~~

（7）~~7~~质量管理

项目平面面积大，质量管理繁杂，项目基于工程 BIM 模型进行质量安全问题的收集和追踪，全员纳入系统，建立了完善的质量安全管理流程模式，见图 10。



图 10 基于 BIM 的质量管理

~~Fig.10 Quality management based on BIM~~

原本需 2-3 天才能整改完成的任务，本项目平均需 1 天即可完成，问题解决率达 94%，较常规项目提高 13%。

平台打通线上线下，自动生成整改单和质量情况分析，也可在会议上进行汇报。

（8）~~8~~安全管理

安全管理不仅应用了质量管理的流程和方法，还增加了其他应用。在大型设备、危险源附近设置巡更点，巡更点处设置可扫描的二维码。巡查人员定期对巡更点进行检查，通过扫描二维码将检查电子信息录入，详实反馈检查情况。项目配备 VR 安全教育设备，加强安全管理工作。

（9）~~9~~商务管理

项目对模型进行流水段划分，结合 BIM 模型物资提量，并将各流水段模型与进度计划精确关联，分析得出了项目每个月的材料计划[5]。

如项目对混凝土进行限额领料，通过模型工程量严格控制分包的材料损耗，同时现场通过智能地磅实时监控材料进出场。每次浇筑混凝土均严格将损耗控制在偏差范围内。项目商务部每月将物资计划量、模型工程量、实际消耗量进行对比分析，并得出了资源三算分析表，控制混凝土节约率在 1.3%。实现了项目的资源动态管控。

（10）~~10~~其他应用

项目联合 BIM 技术探索智慧工地技术应用，采用智慧工地云平台结合 BIM5D，确保工期、劳务、质量、安全、环境管理全覆盖，大力推动绿色施工新技术创新应用。项目建立智慧云平台，将监控摄像、巡更系统、塔机监控、扬尘检测、BIM5D 等各项系统集成、数据共享，通过平台可实时监控项目塔吊运行、施工用水用电、劳动力人数、现场进度及安全质量问题，保证施工现场管理便捷高效。

对施工的零构件粘贴系统自动生成的零构件二维码，在完成相应工位的施工后，进行条码扫描，可将构件当前状态反馈到系统中，形成快递式管理。

5 项目应用效果

通过 BIM 技术在设计阶段的应用，已测算的设计时间效益为 75 天，现场施工时间效益为 80 天，间接效益约 480 万元。

通过 BIM 技术在施工阶段的应用，直接经济效益为 131 万，现场施工时间效益为 51 天，间接效益约 1 530 万元。

6 总结

本文阐述了 BIM 技术在在郑州博物馆新馆项目的应用。项目建立由业主驱动，全过程、多参与方协同的 BIM 实施体系，形成了设计 BIM 向施工 BIM 过渡的方法经验，总结了 BIM 与施工生产业务流程相融合的管理模式。

6.1 创新点

（1）~~1~~设计阶段复杂钢结构的空间定位为施工提供了有力支撑，推动设计施工一体化，没有进行二次建模~~。~~；

（2）~~2~~曲面幕墙的“深化+加工+施工”技术保证现场施工和设计模型的高度契合，促进项目优质建造~~。~~；

（3）~~3~~基于 BIM 的“进度+资源+工作”计划管理实现了项目的精细化管理，保证了节约成本、优化工期、打造精品工程的目标。

6.2 经验

（1）~~1~~建设单位如不配备相关 BIM 人员需委托具有相应实力的咨询单位进行辅助管理；~~。~~

（2）~~2~~设计单位的分工和拆模工作需提早进行划分；~~。~~

（3）~~3~~施工单位的 BIM 技术应用最好在开工阶段就进行明确；~~。~~

（4）~~4~~各参建单位的 BIM 应用实力需接近，否则相关协调工作量大。

参考文献

[1] 李久林，王勇.大型施工总承包工程的 BIM 应用探索[J].土木建筑工程信息技术，2014,6（5）：61-65.

[2] 吴文勇，焦柯，童慧波，陈剑佳，黄高松．基于 Revit 的建筑结构 BIM 正向设计方法及软件实现[J]．土木建筑工程信息技术，2018，10(3): 39-45.

[3] 吴文勇，焦柯，童慧波，陈剑佳，黄高松．基于 Revit 的建筑结构 BIM 正向设计方法及软件实现[J]．土木建筑工程信息技术，2018，10(3): 39-45.

[4] 吴文勇，焦柯，童慧波，陈剑佳，黄高松．基于 Revit 的建筑结构 BIM 正向设计方法及软件实现[J]．土木建筑工程信息技术，2018，10(3): 39-45.

[5] 唐海燕，刘荣桂等.基于 BIM5D 的工程施工成本预测系统构建[J].工程管理学报，2015,29（4）：107-112.

Application of BIM technology in the new project of Zhengzhou Museum

Wang Xuefu[1], Chen Xi[1]

(1. General Construction Company of CCTEB Group Co. ,LTD. ,Wuhan, Hubei, 430064, China)

Abstract: Large-scale stadium and gymnasium projects often have the characteristics of complex shape, complex structure and numerous specialties. In actual construction, they are also faced with the difficulties of construction organization, process interpolation and construction difficulty. The application of BIM technology can better solve similar problems. This paper mainly introduces the application of BIM technology in the design and construction of Zhengzhou Museum, which solves the above problems and realizes high standard design, high quality construction and high level management. Through this comprehensive application, the project establishes a BIM implementation system driven by the owner, with the whole process and multi-participants cooperating. The method and experience of transition from design BIM to construction BIM are formed, and the management mode of integration of BIM and construction production business process is summarized. A new management idea is put forward for the space orientation of complex steel structure in design stage, the technology of "Deepening+Processing+Construction" of curved curtain wall and the plan management of "Progress+Resources+Work" based on BIM. This project also provides a reference plan for the application of BIM technology in similar venues.

Large-scale venue construction projects often have complex shape, structure and involve numerous disciplines. Their construction is also difficult in terms of organization, integration, and procedure. The application of BIM technology can help solve these problems. This paper focuses on the application of BIM technology in the design and construction phase of Zhengzhou Museum, how it helps to solve the above problems, and achieve high-standard design, construction and management. This project successfully established an owner-driven and fully integrated BIM implementation system through the process, summarized the method and experience of transitioning from design BIM to construction BIM, and the management scheme alongside it. Some new management experiences are put forward for design stage's space orientation of complex steel structure, the technology of "Deepening + Processing + Construction" of curved curtain wall and the schedule management of BIM-based "Progress+ Resources + Work" scheme. This project also provides a good reference and support for the application of BIM technology in large venue construction projects .

Key words: BIM；Revit；Integration of design and construction；Plan management

作者姓名：

刘明，（1978-），男，职务：项目经理，工程师，工作单位：中建三局集团有限公司，地址：郑州市中原区陇海路与富民路交叉口向西 200 米中建三局郑州博物馆项目部，邮政编码：450000，联系电话,18638135299，电子邮, 49905868@qq.com。

王学福，（1985-），男，职务：技术总工，工程师，工作单位：中建三局集团有限公司，地址：郑州市中原区陇海路与富民路交叉口向西 200 米中建三局郑州博物馆项目部，邮政编码：450000，联系电话,13253569766，电子邮,342398876@qq.com。

陈曦，职务：技术员，助理工程师，联系电话 18337158523，电子邮件，284054581@qq.com

张国文，（1974-），男，职务：工程部经理，工程师，工作单位：郑州市建设投资集团有限公司，地址：郑州市郑东新区商务外环 8 号世博大厦，邮政编码：450000，联系电话, 136 2382 2096，电子邮, 13623822096@139.com。

武斌，（1982-），男，职务：副总经理，工程师，工作单位：中建三局集团有限公司中原分公司，地址：郑州市金水东路东风南路卫华大厦 11 楼，邮政编码：450000，联系电话, 186 3711 2533，电子邮, 275305159 @qq.com。

作者姓名：

王学福，（1980-），男，职务：技术总工，工程师，工作单位：中建三局集团有限公司，地址：郑州市中原区陇海路与富民路交叉口向西 200 米中建三局郑州博物馆项目部，邮政编码：450000，联系电话,13253569766，电子邮,342398876@qq.com。

陈曦，职务：技术员，助理工程师，联系电话 18337158523，电子邮件 284054581@qq.com